

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Makoto JINNO, et al.

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: POWER TRANSMISSION MECHANISM AND MANIPULATOR

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed

☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2003-096446	March 31, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
☐ are submitted herewith
☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.


C. Irvin McClelland

Registration No. 21,124

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 3 1 日
Date of Application:

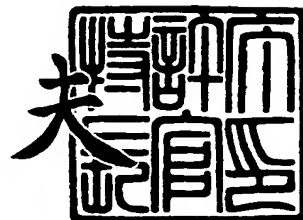
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 9 6 4 4 6
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 9 6 4 4 6]

出 願 人 株式会社東芝
Applicant(s):

2 0 0 3 年 7 月 3 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 14172901

【提出日】 平成15年 3月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B25J 3/00

【発明の名称】 動力伝達機構およびマニピレータ

【請求項の数】 7

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝
研究開発センター内

【氏名】 神 野 誠

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝
研究開発センター内

【氏名】 宮 川 豊 美

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝
研究開発センター内

【氏名】 塚 田 志 郎

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝
研究開発センター内

【氏名】 工 藤 章

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【住所又は居所】 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号

【氏名又は名称】 株式会社 東 芝

【代理人】

【識別番号】 100075812

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉 武 賢 次

【選任した代理人】

【識別番号】 100088889

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋 谷 英 俊

【選任した代理人】

【識別番号】 100082991

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐 藤 泰 和

【選任した代理人】

【識別番号】 100096921

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉 元 弘

【選任した代理人】

【識別番号】 100103263

【弁理士】

【氏名又は名称】 川 崎 康

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 087654

【納付金額】 21,000円

【その他】

国などの委託研究の成果に係る特許出願（平成14年度
新エネルギー・産業技術総合開発機構「内視鏡等による
低浸襲高度手術支援システム」委託研究、産業活力再生
特別措置法第30条の適用を受けるもの）

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】	図面 1
【物件名】	要約書 1
【プルーフの要否】	要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 動力伝達機構およびマニピレータ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

可撓性動力伝達部材と、

この可撓性動力伝達部材が巻き掛けられる駆動側プーリと従動側プーリの一对のプーリと、

前記可撓性動力伝達部材を前記一对のプーリのそれぞれに対して固定する一对の、円柱状またはテーパ状の、固定ピンと、
を備え、

前記各固定ピンは横向きに形成された動力伝達部材通過孔を有し、この動力伝達部材通過孔に前記可撓性動力伝達部材を通過させ、この状態の前記一对の固定ピンを前記一对のプーリのピン埋設穴にそれぞれに埋設状態に圧入して、前記可撓性動力伝達部材を前記一对のプーリに固定するとともに、前記可撓性動力伝達部材を前記一对のプーリの外周面における前記埋設穴の周方向両側に形成したスリット溝に嵌め込み状態に収納した、
ことを特徴とする、動力伝達機構。

【請求項 2】

前記各固定ピンにおける前記動力伝達部材通過孔は、前記圧入時にこの動力伝達部材通過孔を縮径させる、この固定ピンの軸方向に沿って延成された、縮径用のスリット部を有するものとして形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の動力伝達機構。

【請求項 3】

可撓性動力伝達部材と、

この可撓性動力伝達部材が巻き掛けられる駆動側プーリと従動側プーリの一对のプーリと、
を備え、

前記可撓性動力伝達部材における前記一对のプーリ間に張設された部分としての 2 本の動力伝達系統のうちの、少なくとも高張力を受ける側の動力伝達系統と

しての、前記可撓性動力伝達部材を、中空軸を被せて補強するか切断して中実軸で連結したことを特徴とする動力伝達機構。

【請求項 4】

前記中空軸は、複数箇所で、内部を通る前記可撓性動力伝達部材と固着により一体化されていることを特徴とする請求項 3 に記載の動力伝達機構。

【請求項 5】

前記中空軸または前記中実軸を摺動可能に被挿して支持する支持部材をさらに備えることを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の動力伝達機構。

【請求項 6】

作業部と連結部と操作部を備え、この操作部からの操作指令が前記連結部を通じて前記作業部に伝えられて、この作業部を動作させるマニピュレータにおいて

前記作業部からの操作指令を前記操作部に伝える動力伝達機構と、この動力伝達機構を駆動する、前記連結部まわりの偏心質量としての、駆動装置と、を有し

前記動力伝達機構は、可撓性動力伝達部材と、この可撓性動力伝達部材が巻き掛けられる駆動側プーリと従動側プーリの一对のプーリと、を有し、

マニピュレータとしての基準姿勢時に、前記連結部まわりの偏心質量としての前記駆動装置が、前記連結部に対して概ね鉛直下向きに配置されるように、前記駆動側プーリと前記従動側プーリを、それらの回転軸が互いにねじれた状態に設置したことを特徴とするマニピュレータ。

【請求項 7】

自由度構成が、連結部による共通ロール軸と、横方向の回転を許容するヨー軸と縦方向の回転を許容するピッチ軸との中間の斜め方向への回転を許容する屈曲軸と、ロール軸と、の自由度構成からなることを特徴とする、請求項 6 に記載のマニピュレータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

手術支援用マニピュレータやエネルギー機器などの狭隘部補修用マニピュレータに関する。特に、小型化、高信頼性化、高剛性化、高操作性化を可能とするワイヤ、プーリによる動力伝達機構を提供する。

【0002】

【従来の技術】

従来、胆嚢摘出手術などの腹腔鏡下手術においては、図31に示すように、患者150の腹部に小さな穴151、152、153をいくつかあけ、それらにトラカール154を取り付け、トラカール154を介して、それらの孔に内視鏡161、鉗子171、172などを挿入し、術者（通常、外科医）160が内視鏡161の映像をモニタ162で見ながら手術を行っている。このような手術方法は、開腹を必要としないため、患者への負担が少なく、術後の回復や退院までの日数が大幅に低減される。このため、適用分野の拡大が期待されている。

【0003】

そのような背景のもと、発明者らは、図32に示すような、従来の鉗子にロボット技術を取り入れた医療用マニピュレータ（ロボット鉗子）1を提案している（特許文献1参照）。このマニピュレータ1は、姿勢操作部23と処置操作部24とを有する操作指令部20と、一端側が前記操作指令部20に接続された連結部30と、前記連結部30の他端側に接続され、処置部14と、前記処置部14を2自由度以上に姿勢変更可能に支持する支持部15、16と、を有する作業部10と、前記姿勢操作部23からの操作指令を前記支持部に送って前記処置部14の姿勢を変更させるとともに、前記処置操作部24からの操作指令を前記処置部に送って前記処置部14を動作させる制御部（図示せず）と、を備えた医療用マニピュレータである。

【0004】

さらに、本発明者らは、縫合結紮作業に適した自由度配置として、図33に示すような医療用マニピュレータも提案している（特許文献2参照）。医療用マニピュレータ1は、作業部10と、操作指令部20と、両端が作業部10と操作指令部20とに接続された連結部30とを備えている。作業部10は、連結部30の中心軸方向31に対して直交する第1の回転軸11と、第1の回転軸11に対

して直交する第2の回転軸12を有する支持部と、術部に処置を施す処置部（グリッパ）14の中心軸方向が、第2の回転軸12と概ね平行に配置されている。言い換えれば、作業部10は、グリッパ14を2自由度で姿勢変更が可能に支持する支持部としてのヨー軸関節支持部15およびロール軸関節支持部16とを有している。操作指令部20は、連結部30の中心軸方向31に対して直交する第3の回転軸21と、第3の回転軸21に対して直交する第4の回転軸22からなる姿勢操作部23と、操作者が把持して操作する際の操作者の手首の回転方向と、第4の回転軸22の軸方向が概ね平行である処置操作部24とを有している。術部に処置を施す処置部14の把持動作13は、処置操作部24の把持動作25により行う。

【0005】

遠隔操作型マスタスレーブマニピュレータに対して、このロボット鉗子は、操作部（マスタ）と鉗子先端部ハンド（スレーブ）を連結させ一体化し、従来の鉗子の利点である術者が行った方が簡単で確実な大きく素早い操作と、マニピュレータの利点である微細な作業や難しい角度からの操作の両方を可能としたものである。先端部に曲げ・回転などの関節を備えているため、自由自在にハンドの姿勢を動かすことができ、これまでの鉗子では難しかったいろいろな方向からの縫合作業や結紮作業が容易になる。また、右手はロボット鉗子、左手は従来の鉗子という具合に、従来の手術機器と一緒に使うことができる。さらに、システムが簡単・コンパクトなため、低コストで導入できるというメリットがある。

【0006】

また、同様の構成のマニピュレータは、作業者が直接その場で作業することが困難な場所での作業、すなわちエネルギー機器などの狭隘部の補修作業などにも適している。当然、マニピュレータの寸法（長さ、太さ、大きさなど）は、作業内容、作業領域に応じて設計されるものである。従って、必ずしも、医療用に限定するものではない。

【0007】

【特許文献1】

特開2000-350735号公報

【特許文献 2】

特開2002-102248号公報

【特許文献 3】

特許第2519749号公報

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

手術支援用マニピュレータやエネルギー機器などの狭隘部補修用マニピュレータは、小型・軽量化、高信頼性化、高剛性化、高操作性化、高作業性化、低コスト化が要求され、そのためには、動力伝達機構を小型・軽量化、高信頼性化、高剛性化、低コスト化しなければならない。特に、特許文献1や特許文献2で示した構成のマニピュレータにおいては、マスタ・スレーブが一体化されているという制限があるため、動力伝達機構の形状、寸法、配置などが操作性に大きな影響を及ぼす。

【0009】

マニピュレータをはじめロボット、メカトロ機器では、アクチュエータの動力を手先効果器（たとえば、ハンドや工具など）に伝える動力伝達機構としてワイヤとプーリによる伝達が一般的に用いられる。ワイヤとプーリによる動力伝達機構において、多回転の動作範囲を必要とする場合、通常は、図22に示すように、プーリ50、51にワイヤ52を巻き付け、摩擦力による動力伝達を行う。伝達トルクを大きくするためには、摩擦力を大きくすることが必要で、ワイヤのプーリへの巻き付け角度を大きくする、多回転数巻き付ける、または、ワイヤ張力を大きくすればよい。しかしながら、基本的に摩擦による駆動であるため、ワイヤの伸びによる張力低下が生じた場合、ワイヤとプーリ間ですべりが生じ、伝達トルクの低下を招くことになる。このため、張力調整機構が付加されることがあるが、機構が複雑になり、装置の大型化、コスト高の原因となる。さらには関節剛性の低下を招くことになる。また、プーリにワイヤを多回転巻き付けるためには、巻き付け回転数に応じたプーリ幅が必要となるため、装置が大型化する原因となる。そもそも、手術支援用マニピュレータやエネルギー機器などの狭隘部補修用マニピュレータには、多回転巻き付けるための十分なスペースがないのが普

通である。一方、プーリにワイヤを固定するには、通常、図 23 に示すように、固定部材 53A を用いて固着する。しかし、ワイヤを多回転巻き付ける場合、固定部材とワイヤが干渉するため、通常、動作範囲（回転角）は、180 度未満となる。巻き付け角を増やす方法としては、特許文献 3 があるが、最大 270 度程度までであり、360 度以上多回転させることは困難である。プーリの回転範囲が限られた状態では、マニピュレータ関節の動作領域すなわち手先効果機の作業領域が狭くなり、作業に支障が生じ、作業性、操作性を大幅に低下させてしまう。作業に支障のない十分な作業領域を得るためには、できる限り多い回転数を必要とするが、従来の方法による動力伝達機構では困難である。

【0010】

一方、図 24 に示すようなワイヤとプーリによる動力伝達機構において、ワイヤ径が細い場合や駆動プーリと従動プーリ間の距離が長い場合、動力伝達時にワイヤの弾性変形（伸び）の影響が大きくなり、十分な動力伝達ができないことがある。また、駆動側プーリを固定した保持状態やサーボロック状態では、従動軸（出力軸）側に十分な回転剛性が得られないという問題がある。所望の回転剛性が得られない場合、十分な作業ができず操作性が低下し、作業性が悪くなる。

【0011】

また、図 25、図 27 に示すようなマスタとスレーブが一体化された一体型マスタスレーブマニピュレータでは、通常、連結部 30 まわりの偏心質量が生じる。この偏心質量の配置によっては、重力の影響により連結部まわりに、操作者が意図せぬ回転トルクが生じ、操作性の低下を招くことになる。特に、操作時の初期状態や操作において最も標準的な姿勢であるマニピュレータの基準姿勢時に、連結部まわりに偏心質量による回転トルクが生じた場合、操作者に余計な操作力を課すことになるため、大幅な操作性低下を招くことになる。また、図 25 に示すような、共通ロール軸、ピッチ軸、ロール軸の場合は、図に示す基準姿勢の状態から、作業部の姿勢をヨー方向（横方向、左右方向）に変化させることは、特異姿勢のため困難である。一方、図 29 に示す自由度構成、共通ロール軸、ヨー軸、ロール軸の場合は、図に示す基準姿勢の状態から、作業部の姿勢をピッチ方向（縦方向、上下方向）に変化させることは、特異姿勢のため困難である。実際

の操作においては、基準姿勢の状態から作業部の姿勢を横方向および縦方向に誘導させる割合が多く、図 25 や図 29 に示す自由度配置では、操作性の低下を招くことになる。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明は、可撓性動力伝達部材と、この可撓性動力伝達部材が巻き掛けられる駆動側プーリと従動側プーリの一对のプーリと、前記可撓性動力伝達部材を前記一对のプーリのそれぞれに対して固定する一对の、円柱状またはテーパ状の、固定ピンと、を備え、前記各固定ピンは横向きに形成された動力伝達部材通過孔を有し、この動力伝達部材通過孔に前記可撓性動力伝達部材を通過させ、この状態の前記一对の固定ピンを前記一对のプーリのピン埋設穴にそれぞれに埋設状態に圧入して、前記可撓性動力伝達部材を前記一对のプーリに固定するとともに、前記可撓性動力伝達部材を前記一对のプーリの外周面における前記埋設穴の周方向両側に形成したスリット溝に嵌め込み状態に収納した、ことを特徴とする。

【0013】

さらに、前記各固定ピンにおける前記動力伝達部材通過孔は、前記圧入時にこの動力伝達部材通過孔を縮径させる、この固定ピンの軸方向に沿って延成された、縮径用のスリット部を有するものとして形成されていることを特徴とする。

【0014】

さらに、可撓性動力伝達部材と、この可撓性動力伝達部材が巻き掛けられる駆動側プーリと従動側プーリの一对のプーリと、を備え、前記可撓性動力伝達部材における前記一对のプーリ間に張設された部分としての 2 本の動力伝達系統のうちの、少なくとも高張力を受ける側の動力伝達系統としての、前記可撓性動力伝達部材を、中空軸を被せて補強するか切断して中実軸で連結したことを特徴とする。

【0015】

他に、前記中空軸は、複数箇所、内部を通る前記可撓性動力伝達部材と固着により一体化されていることを特徴とする。

【0016】

また、前記中空軸または前記中実軸を摺動可能に被挿して支持する支持部材をさらに備えることを特徴とする。

【0017】

さらに、作業部と連結部と操作部を備え、この操作部からの操作指令が前記連結部を通して前記操作部に伝えられて、この操作部を動作させるマニピュレータにおいて、前記操作部からの操作指令を前記操作部に伝える動力伝達機構と、この動力伝達機構を駆動する、前記連結部まわりの偏心質量としての、駆動装置と、を有し、前記動力伝達機構は、可撓性動力伝達部材と、この可撓性動力伝達部材が巻き掛けられる駆動側プーリと従動側プーリの一对のプーリと、を有し、マニピュレータとしての基準姿勢時に、前記連結部まわりの偏心質量としての前記駆動装置が、前記連結部に対して概ね鉛直下向きに配置されるように、前記駆動側プーリと前記従動側プーリを、それらの回転軸が互いにねじれた状態に設置したことを特徴とする。

【0018】

さらに、自由度構成が、連結部による共通ロール軸と、横方向の回転を許容するヨー軸と縦方向の回転を許容するピッチ軸との中間の斜め方向への回転を許容する屈曲軸と、ロール軸と、の自由度構成からなることを特徴とする。

【0019】

本発明によれば、ワイヤ（可撓性動力伝達部材）とプーリによる動力伝達機構において、摩擦駆動の場合の張力調整機構を必要とせず、また、ワイヤとワイヤのプーリへの締結部が干渉しない構成で、省スペース、多回転に対応可能であり、さらに、くさび効果で強い締結力が得られる。これにより、マニピュレータ関節の動作領域すなわち手先効果機の作業領域が広くなり、作業に支障のない十分な作業領域が得られるため、作業性、操作性が大幅に向上する。

【0020】

また、駆動側プーリと従動側プーリ間の、少なくとも高張力を受けるワイヤ側のワイヤ部分に、中空軸を被せるか又は中実軸で連結しているため、ワイヤ径が細い場合や駆動プーリと従動プーリ間の距離が長い場合でも、動力伝達時にワイヤの弾性変形（伸び）の影響が小さく、十分な動力伝達が可能となり、また、駆

動側プーリを固定した保持状態やサーボロック状態では、従動軸（出力軸）側に十分な回転剛性が得られる。これにより、確かな動力伝達が可能となり、作業性、操作性が大幅に向上する。

【0021】

さらに、操作時の初期状態や操作において最も標準的な姿勢であるマニピュレータの基準姿勢時に、連結部まわりに偏心質量による回転トルクが生じない構成となっているため、操作者に余計な操作力を課すことなく、作業性、操作性が大幅に向上する。また、自由度構成が、連結部による共通ロール軸と、ヨー軸（横方向）とピッチ軸（縦方向）の間方向（斜め方向）の屈曲軸と、ロール軸の自由度構成となっているため、基準姿勢の状態から作業部の姿勢誘導が容易となり作業性、操作性が大幅に向上する。

【0022】

すなわち、小型・軽量、高信頼性、高剛性、低コストな動力伝達機構を提供することが可能となり、さらにその動力伝達機構を有することにより高操作性、高作業性を備えた手術支援用マニピュレータやエネルギー機器などの狭隘部補修用マニピュレータを提供することが可能となる。

【0023】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

図1は、本発明の第1の実施の形態によるマニピュレータの動力伝達機構の駆動側および従動側のワイヤ・プーリ部を示す断面図・側面図である。図2は、動力伝達系全体を示す分解状態の概略構成図、図3は、マニピュレータに組み込んだ場合の概略構成図である。図1に示すように本発明の第1の実施の形態によるマニピュレータの動力伝達機構においては、駆動側プーリ50、従動側プーリ51、ワイヤ（可撓性動力伝達部材）52、円柱状又はテーパ状のピン53、ワイヤ連結部材（図示せず）から構成されている。ワイヤはステンレスワイヤロープが一般的であるが、タングステンや繊維系材料など他の材質のものでも問題なく、可撓性を有するものであればよい。本発明ではこれら全てを含めてワイヤとよぶ。なお、ワイヤ連結部材は、一本の直線状のワイヤの両端を連結してループ状

にするために必要な部材のことである。

【0024】

ワイヤ52はループ状に構成されており、本発明の第1の実施例においては、プーリ50、51にそれぞれ1.5回転ずつ巻きつけている。ワイヤ52は、固定ピン53でプーリ50、51に固定されている（締結部）。この構成では、最大±270度の動作範囲が得られる。

【0025】

図2は、動力伝達系全体を示す概略構成図の一例として、駆動側プーリ50には減速機付きモータ54が、従動側プーリ51にはアーム55が取り付けられる例を図示しているが、必ずしもこの構成である必要はなく、基本は駆動側の動力を従動側へ伝達するための動力伝達機構である。図3には、マニピュレータ1に組み込んだ場合の概略構成図を図示しているが、必ずしも本構成である必要はない。マニピュレータ1は、作業部10、操作部20、連結部30および制御部（図示せず）などから構成され、操作者は操作部を操作することで作業部の位置姿勢を誘導する。本マニピュレータは狭隘部での作業ないし狭隘部を通過させての作業を行うため、作業部10は小型コンパクトに構成する必要がある。かつ、高い操作性、作業性を得るためには、十分な動作領域（従動軸の回転角度）が必要となる。

【0026】

次に、駆動部の詳細を示すために、プーリ50ないし51の斜視図を図4に示す。基本的には駆動プーリ50と従動プーリ51は同構造でよい。プーリ50には、ワイヤが嵌め込み可能な幅のスリット溝部56とその概略中心部に円柱状又はテーパ状の穴57を有している。図5にワイヤ12をプーリ50に固定するための固定ピン53の斜視図を図5に示す。固定ピン53は、円柱状又はテーパ状の形状で、概略中心にワイヤ通過可能な穴58があいている。図6（a）－（c）は、固定の手順を示す図である。概略中心にワイヤ通過可能な穴があいている円柱状又はテーパ状の固定ピン53に、ワイヤを通過させた後に、円柱状又はテーパ状の固定ピン53を、プーリ50の円柱状又はテーパ状の穴57に差し込むことにより、ワイヤ52をプーリ50に固定する。ピン53の上面は概ねプーリ

50の外周面の高さとは一致させる寸法関係とすることにより、回転角度が大きい時にも隣のワイヤと干渉しない構成となる。また、テーパ形状とすることなくくさび効果により、ワイヤ52をより強固にプーリ50に固定できる。従って、ワイヤ52をより強固にプーリ50に固定するとともに、多回転が可能となる。

【0027】

図7は、テーパ状でまたは円柱状のピン53のワイヤ通過可能な穴58の形状の例を示した図である。円形の穴58の場合(a)、低コストである。一方、図7(b) - (d)のように、スリット部58aを形成することにより穴58が変形しやすいため、くさび効果による締め付け力をワイヤ52に効率よく伝えることが可能なため、さらに締め付け力は上昇する。

【0028】

また、通常、本発明による実施例では、ワイヤ52のピン53への固定作業とピン53のプーリ50への固定作業とを、ピン53をテーパの穴57に挿入するという作業により、同時に行うことが可能となり作業効率が向上する。

【0029】

本発明の第1の実施例によれば、ワイヤ52とプーリ50、51による動力伝達機構において、摩擦駆動の場合の張力調整機構を必要とせず、また、ワイヤ52とワイヤ53同士が、プーリ50、51への締結部において干渉しない構成であり、省スペース、多回転に対応可能であり、さらに、くさび効果で強い締結力が得られる。これにより、マニピュレータ関節の動作領域すなわち手先効果機の作業領域が広くなり、これにより作業に支障のない十分な作業領域が得られるため、作業性、操作性が大幅に向上する。

【0030】

図8～図12は、本発明の第2の実施の形態によるマニピュレータの動力伝達機構の駆動側および従動側のワイヤ・プーリ部を示す断面図である。ワイヤ52におけるプーリ50、51間の部分に、中空軸を挿入し又は中実軸60で連結した例を示す。ワイヤ52のプーリへの連結方法はこれらの図に示すように、いろいろ考えられる。これらのいずれのようにしても問題はない。図9、図11は、下側の中空軸60aにワイヤ52を通過させ少なくとも2箇所以上で固着（たと

えば圧着)した構成である。一般に固着部の引っ張り強度は、ワイヤ52そのものの引っ張り強度より劣るため、固着部の強度信頼性を確保することが課題であるが、ワイヤ52を中空軸60aに通過させることにより、少なくともワイヤ52の引っ張り強度は保たれるため、固着(たとえば圧着)の不良による固着部の破断の問題を回避できる。

【0031】

図8-図11において、少なくとも高張力を受ける側(下側)のワイヤ52を、中実軸棒60bで連結するか、中空軸60aに貫通させている。つまり、ワイヤ52における、一对のプーリ50, 51間に張設された部分としての、2本のワイヤ部分(動力伝達系統)のうちの高張力側のワイヤ52を、中空軸60a又は中実軸60bで補強している。このように、高張力を受けるワイヤ52が片側の場合(下側のワイヤと仮定)、少なくとも高張力を受ける側のワイヤ52を、中空軸60aに貫通させ、又は中実軸棒60bで連結することでも十分な効果が得られる。

【0032】

図12は、円盤状の支持部材61の穴61a, 61aにより前述の中空軸60a又は中実軸60bを摺動自在に支持した構成例である。同図12では、支持部材61に6箇所の穴61a, 61a, . . .があいており、そのうちの2つに中空軸60a又は中実軸棒60bを通過支持させている。穴の数は駆動軸数に対応した個数となる。

【0033】

ワイヤ52の両側(図では上下)を、中空軸60aに通し又は中実軸60bで連結した場合、駆動プーリ50と従動プーリ51の軸が鉛直方向に向うように配置されている時は、重力的にバランスするため、中空軸60a又は中実軸60bの重力成分が駆動トルク増大を引き起こすことはない。しかし、水平方向に配置した時には、中空軸60a又は中実軸60bの重力の影響がワイヤ52の張力に対して無視できない影響を及ぼすことがある。場合によっては振動増大やワイヤ破断などの事態を引き起こす。そのような場合、図12に示すような支持部材61で支持することにより、重力の影響を低減させることが可能となる。また、駆

動プーリ 50 と従動プーリ 61a が連結部 30 の一部としてのパイプ 62 に内設される場合、支持部材 61 は、図 13 のような円盤状の支持部材を、図 14 に示すように、パイプ 62 内の所定間隔毎の必要箇所に配置し、固定すればよい。

【0034】

本発明の第 2 の実施例によれば、駆動プーリ 50 と従動プーリ 51 間の、少なくとも高張力を受ける側のワイヤ部分を、中空軸 60a に通し又は中実軸 61b で連結しているため、ワイヤ 52 の径が細い場合や駆動プーリ 50 と従動プーリ 51 間の距離が長い場合でも、動力伝達時にワイヤ 52 の弾性変形（伸び）の影響が小さく、十分な動力伝達が可能となり、また、駆動側プーリを固定した保持状態やサーボロック状態では、従動軸（出力軸）側に十分な回転剛性が得られる。また、支持部材により中空軸ないし中実軸の重力の影響による振動増大やワイヤ破断などの事態を避けることが可能となる。これにより、確かな動力伝達が可能となり、作業性、操作性が大幅に向上する。

【0035】

図 15～図 20 は、本発明による第 3 の実施の形態によるマニピュレータの斜視図およびそのワイヤ・プーリ部を示した図である。マスタとスレーブが一体化された一体型マスタスレーブマニピュレータでは、通常、連結部 30 まわりの偏心質量が生じる。この偏心質量の位置によっては、重力の影響により連結部 30 まわりに、操作者が意図せぬ回転トルクが生じ、操作性の低下を招くことになる。特に、操作時の初期状態や操作において最も標準的な姿勢であるマニピュレータの基準姿勢時に、連結部まわりに偏心質量による回転トルクが生じた場合、操作者に余計な操作力を課すことになるため、大幅な操作性低下を招くことになる。

【0036】

通常、質量の占める割合が大きいのは、駆動モータ 54 であるため、図 15～20 ではマニピュレータの基準姿勢時に駆動モータ 54 が概ね上下方向に向くようにしている。つまり、駆動軸プーリ 50 を従動軸プーリ 51 に対して、例えば図 26 に比して、ねじった位置関係としている。対象作業の内容によってマニピュレータの最適な基準姿勢は異なるが、図 15 は、共通ロール軸（連結部 30 の

軸周り)、ピッチ軸、ロール軸という自由度構成になっている場合である。従来の実施例では、図25に示すように、基準姿勢時にモータ54が水平方向に配置され、重量バランスが悪く操作性の低下を招いていたが、本実施例では、マニピュレータの基準姿勢時にモータ54が概ね下方に来るように駆動軸プーリ50と従動軸プーリ51に90度のねじりを加えているため重量バランスがよく操作性に優れる。図16は、ワイヤ52とプーリ50、51の関係を示した図である。図17は、共通ロール軸、ピッチ軸、ヨー軸という自由度構成になっているが、図18に示すように、同様に90度ねじりを加えている。また、同図に示すように、必ずしも駆動プーリ50と従動プーリ51の組み合わせだけでなく、途中のアイドルプーリ51aとの間でねじりを加えることも可能である。

【0037】

図19は、共通ロール軸、ピッチ軸ないしヨー軸、ロール軸という自由度構成の場合であるが、駆動プーリ50と従動プーリ51とに概ね45度のねじりを加えている。この場合、作業部10側の回転軸63と操作部20側の回転軸64の方向は、概ね一致した方向になっている。図15に示す自由度構成、共通ロール軸、ピッチ軸、ロール軸の場合は、この図に示す基準姿勢の状態から、作業部10の姿勢をヨー方向(横方向)に変化させることは、特異姿勢のため困難である。一方、図29に示す自由度構成、共通ロール軸、ヨー軸、ロール軸の場合は、図に示す基準姿勢の状態から、作業部の姿勢をピッチ方向(縦方向)に変化させることは、特異姿勢のため困難である。実際の操作においては、基準姿勢の状態から作業部の姿勢を横方向および縦方向に誘導させる割合が多く、図25や図29に示す従来例の自由度配置では、操作性の低下を招く。

【0038】

また、腹腔鏡下手術においては、術者160は図2.1のような姿勢で手術を行うため、術者の手の向きが最も自然な向きとなるのは内側に約45度の向きである。従って、図19の本発明の実施の態様によれば、共通ロール軸、ピッチ軸とヨー軸の中間方向(約45度の傾き)、ロール軸という自由度構成の場合、術者160の手の向きが最も自然な向きとなる向きと、マニピュレータ最も操作しやすい向きとを一致させることができるとともに質量のあるモータ54を安定した

下向きに配置させることができる。従って、極力疲労感を低減させることができ、操作性が大幅に向上する。なお、2つのプーリ50, 51間の傾きは必ずしも45度である必要は無く、ピッチ軸方向、ヨー軸方向から少しでもずれているだけで、上下方向や左右方向が特異姿勢からずれるために、操作性は向上する。

【0039】

また、対象作業の内容によってマニピュレータの最適な基準姿勢時にモータが概ね下方に設定できるように、駆動軸プーリと従動軸プーリにねじり角度を自由に設定できる構成としてもよい。

【0040】

【発明の効果】

以上本発明によれば、ワイヤとプーリによる動力伝達機構において、摩擦駆動の場合の張力調整機構を必要とせず、また、ワイヤとワイヤのプーリへの締結部とが干渉しない構成で、省スペース、多回転に対応可能であり、さらに、くさび効果で強い締結力が得られる。これにより、マニピュレータ関節の動作領域すなわち手先効果機の作業領域が広くなり、作業に支障のない十分な作業領域が得られるため、作業性、操作性が大幅に向上する。

【0041】

また、駆動プーリと従動プーリ間の2系統のワイヤのうち、少なくとも高張力を受けるワイヤ側のワイヤ部分を、中空軸に通さないし中実軸で連結しているため、ワイヤ径が細い場合や駆動プーリと従動プーリ間の距離が長い場合でも、動力伝達時にワイヤの弾性変形（伸び）の影響が小さく、十分な動力伝達が可能となり、また、駆動側プーリを固定した保持状態やサーボロック状態では、従動軸（出力軸）側に十分な回転剛性が得られる。これにより、確かな動力伝達が可能となり、作業性、操作性が大幅に向上する。

【0042】

さらに、操作時の初期状態や操作において最も標準的な姿勢であるマニピュレータの基準姿勢時に、連結部まわりに偏心質量による回転トルクが生じない構成となっているため、操作者に余計な操作力を課すことはなく、作業性、操作性が大幅に向上する。また、自由度構成が、連結部による共通ロール軸と、ヨー軸と

ピッチ軸の中間方向の屈曲軸と、ロール軸の自由度構成となっているため、基準姿勢の状態から作業部の姿勢誘導が容易となり作業性、操作性が大幅に向上する。

【0043】

すなわち、小型・軽量、高信頼性、高剛性、低コストな動力伝達機構を提供することが可能となり、さらにその動力伝達機構を有することにより高操作性、高作業性を備えた手術支援用マニピュレータやエネルギー機器などの狭隘部補修用マニピュレータを提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施の形態による動力伝達機構の正面図、左右の側面図およびd-d線、e-e線断面図。

【図2】

本発明の第1の実施の形態による動力伝達系全体を示す概略分解斜視図。

【図3】

本発明の第1の実施の形態による動力伝達機構をマニピュレータに組み込んだ場合の概略全体斜視図。

【図4】

本発明の第1の実施の形態による動力伝達機構のプーリの斜視図。

【図5】

本発明の第1の実施の形態による動力伝達機構の固定ピンの斜視図。

【図6】

本発明の第1の実施の形態による動力伝達機構の組立て手順を示す工程図。

【図7】

本発明の第1の実施の形態による動力伝達機構の固定ピンの各種形状の例を示す図。

【図8】

本発明の第2の実施の形態による動力伝達機構の例の正面図。

【図9】

本発明の第2の実施の形態による動力伝達機構の例の正面図。

【図10】

本発明の第2の実施の形態による動力伝達機構の例の正面図。

【図11】

本発明の第2の実施の形態による動力伝達機構の例の正面図。

【図12】

本発明の第2の実施の形態による動力伝達機構の例の正面図。

【図13】

本発明の第2の実施の形態による動力伝達機構の支持部材の正面図。

【図14】

本発明の第2の実施の形態による動力伝達機構の支持部材のパイプ内への装着状態の横断面図。

【図15】

本発明の第3の実施の形態によるマニピュレータの斜視図。

【図16】

本発明の第3の実施の形態によるマニピュレータのワイヤとプーリの関係を示す斜視図。

【図17】

本発明の第3の実施の形態によるマニピュレータの斜視図。

【図18】

本発明の第3の実施の形態によるマニピュレータのワイヤとプーリの関係を示す斜視図。

【図19】

本発明の第3の実施の形態によるマニピュレータの斜視図。

【図20】

本発明の第3の実施の形態によるマニピュレータのワイヤとプーリの関係を示す斜視図。

【図21】

術者の姿勢を示す図。

【図 2 2】

従来の動力伝達機構の正面図、左右の側面図および d-d 線、e-e 線断面図。

【図 2 3】

従来の動力伝達機構の正面図、左右の側面図および断面図。

【図 2 4】

従来の動力伝達機構の正面図。

【図 2 5】

従来のマニピュレータの斜視図。

【図 2 6】

従来のマニピュレータのワイヤとプーリの関係を示す斜視図。

【図 2 7】

従来のマニピュレータの斜視図。

【図 2 8】

従来のマニピュレータのワイヤとプーリの関係を示す斜視図。

【図 2 9】

従来のマニピュレータの斜視図。

【図 3 0】

従来のマニピュレータのワイヤとプーリの関係を示す斜視図。

【図 3 1】

内視鏡（腹腔鏡）下での手術を説明する図。

【図 3 2】

従来のマニピュレータの斜視図。

【図 3 3】

従来のマニピュレータの斜視図。

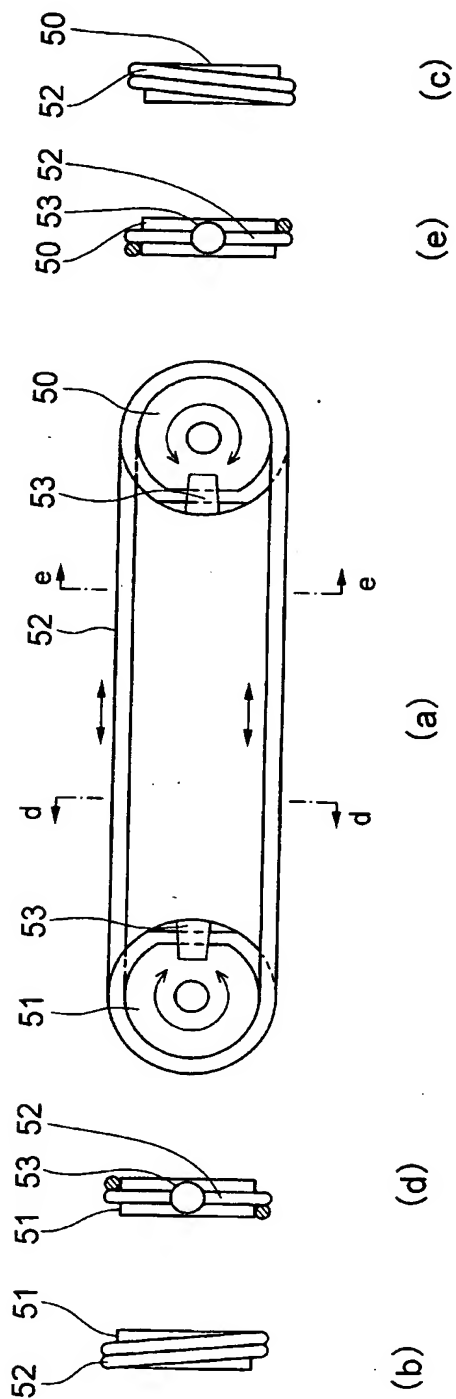
【符号の説明】

- 1 マニピュレータ
- 10 作業部
- 20 駆動部

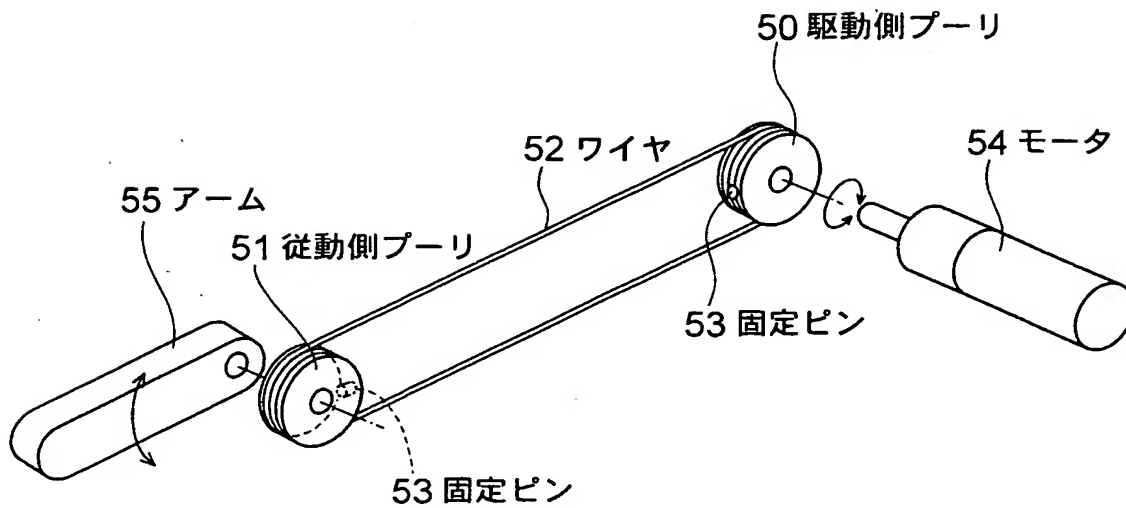
- 3 0 連結部
- 5 0 駆動側プーリ
- 5 1 従動側プーリ
- 5 2 ワイヤ
- 5 3 固定ピン
- 5 4 駆動モータ
- 5 5 アーム
- 5 6 スリット部
- 5 7 テーパー穴
- 5 8 穴
- 5 9 スリット部
- 6 0 a 中空軸
- 6 0 b 中実軸
- 6 1 支持部材
- 6 2 パイプ
- 6 3, 6 4 回転軸

【書類名】 図面

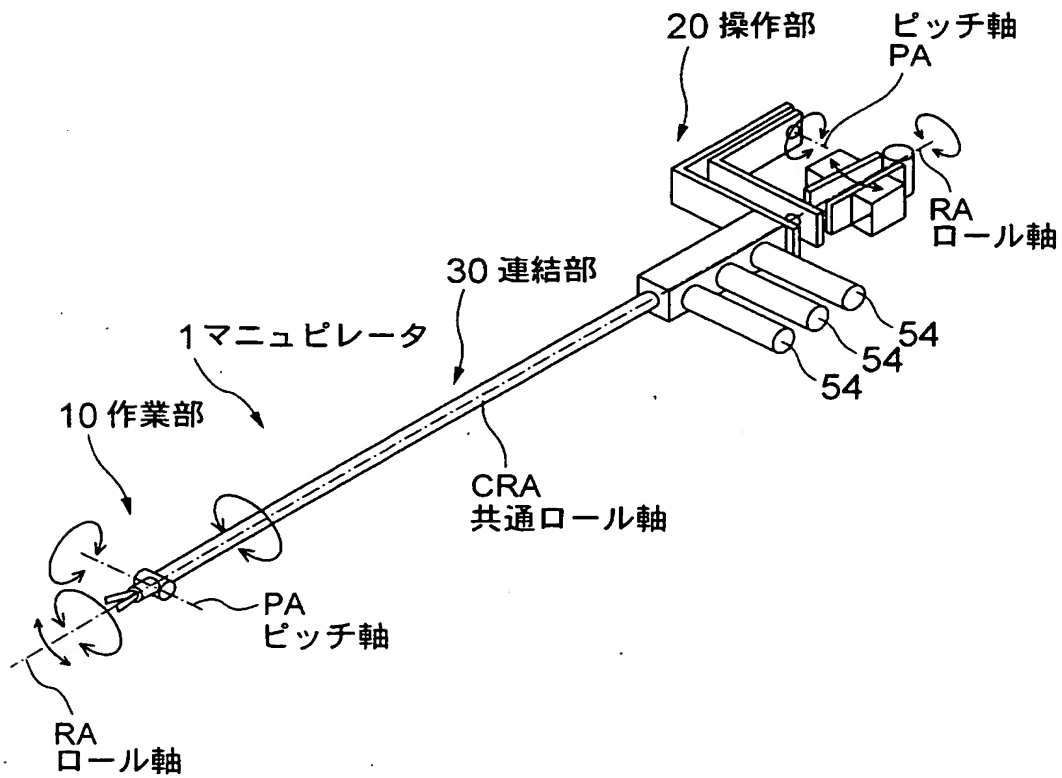
【図 1】



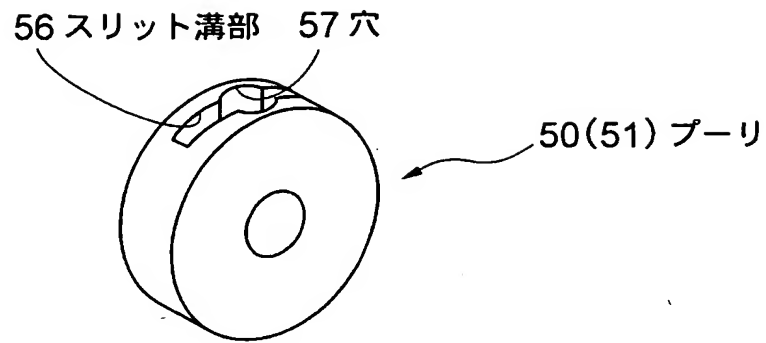
【図 2】



【図 3】



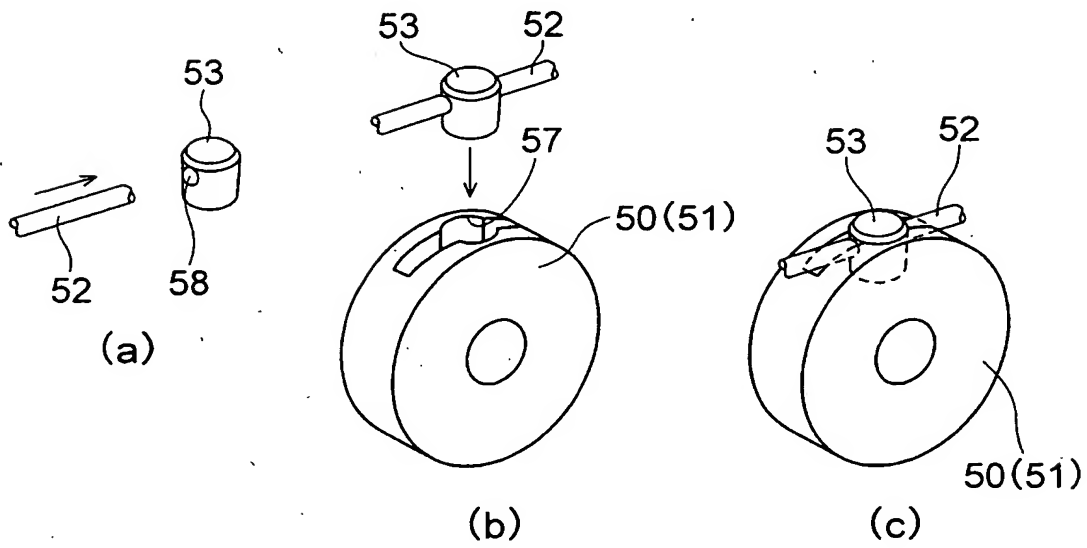
【図 4】



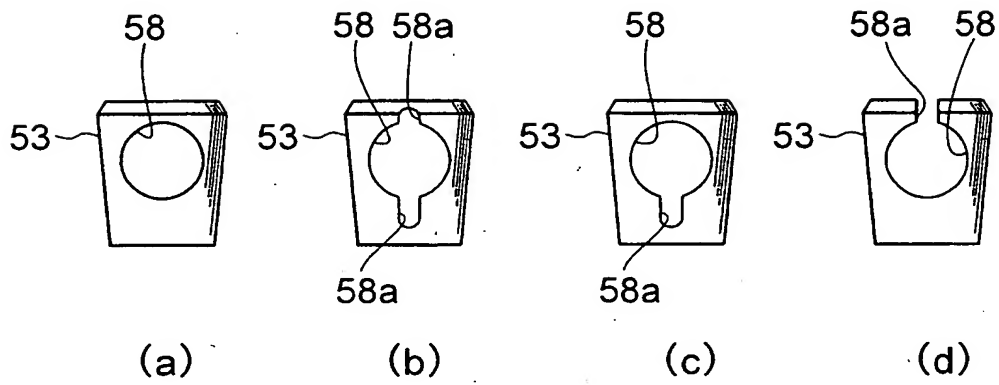
【図 5】



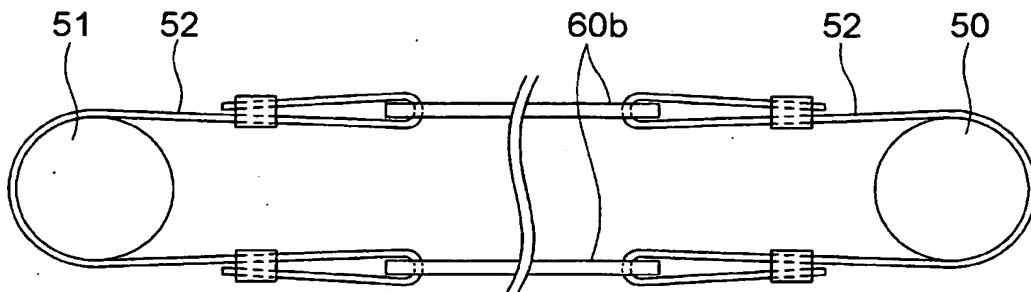
【図 6】



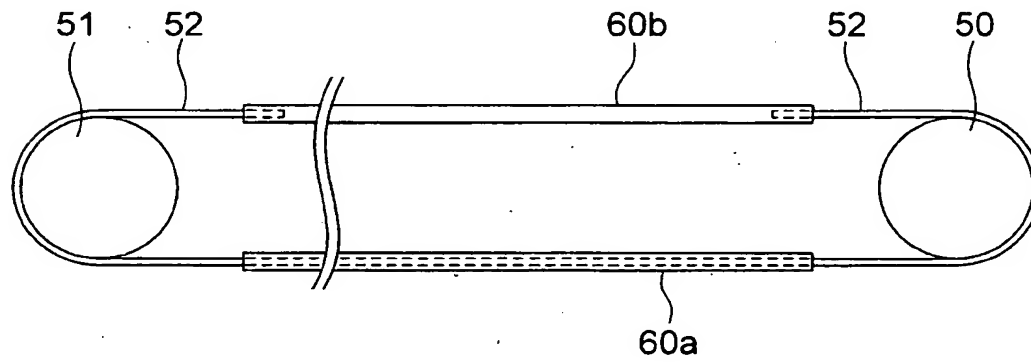
【図 7】



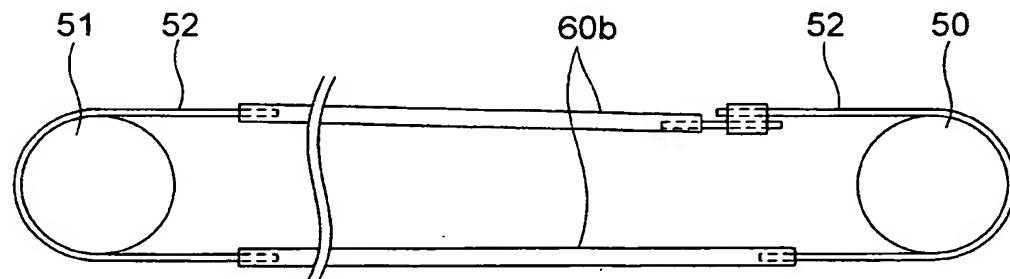
【図 8】



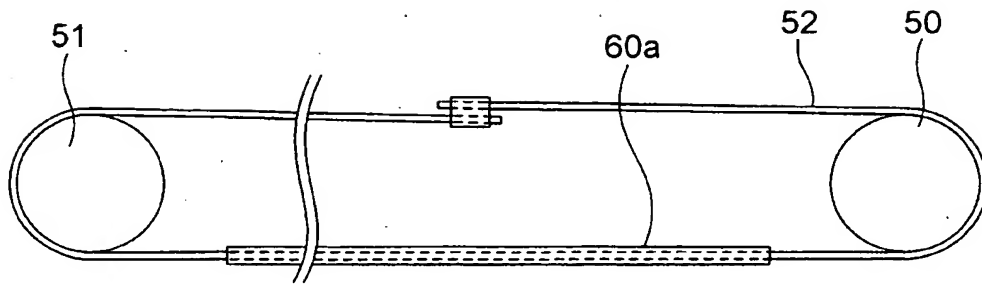
【図 9】



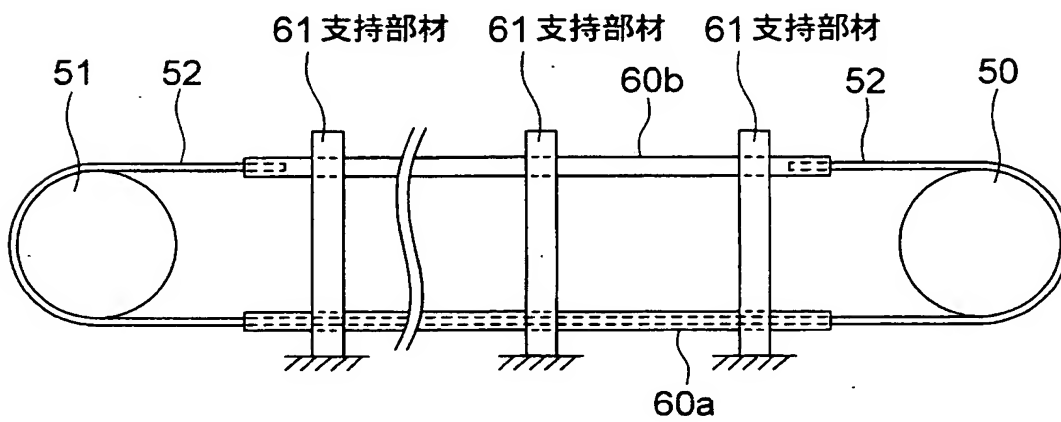
【図 10】



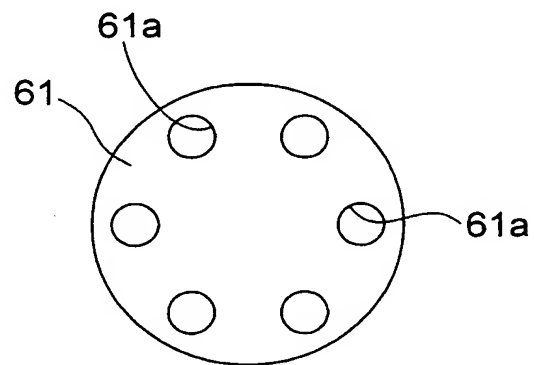
【図 1 1】



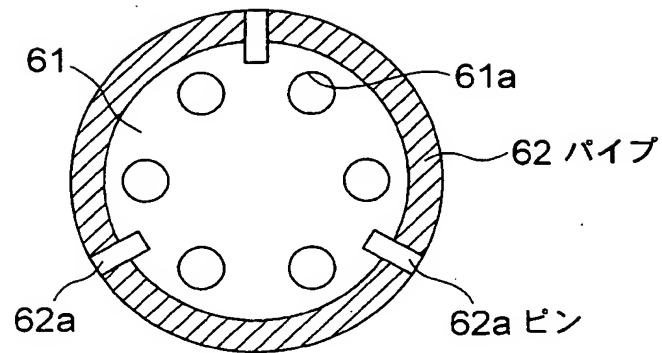
【図 1 2】



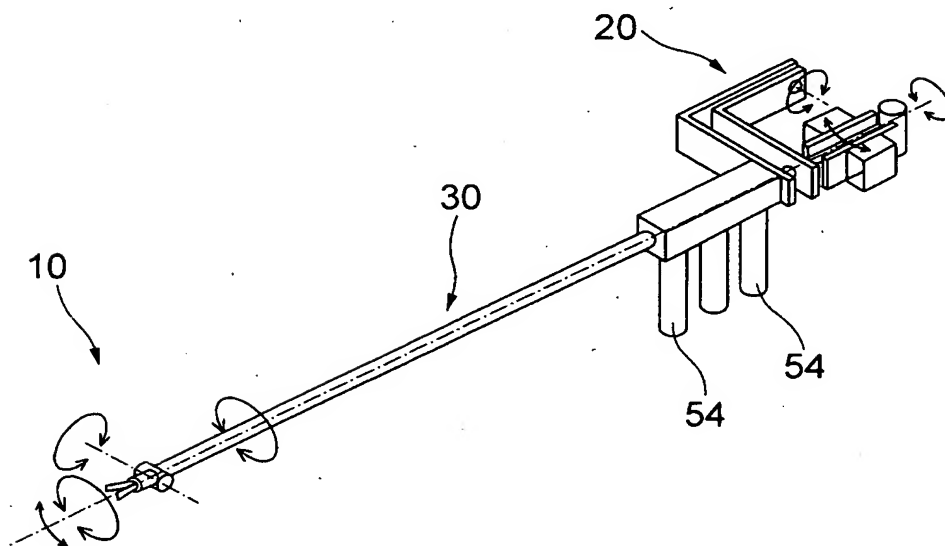
【図 1 3】



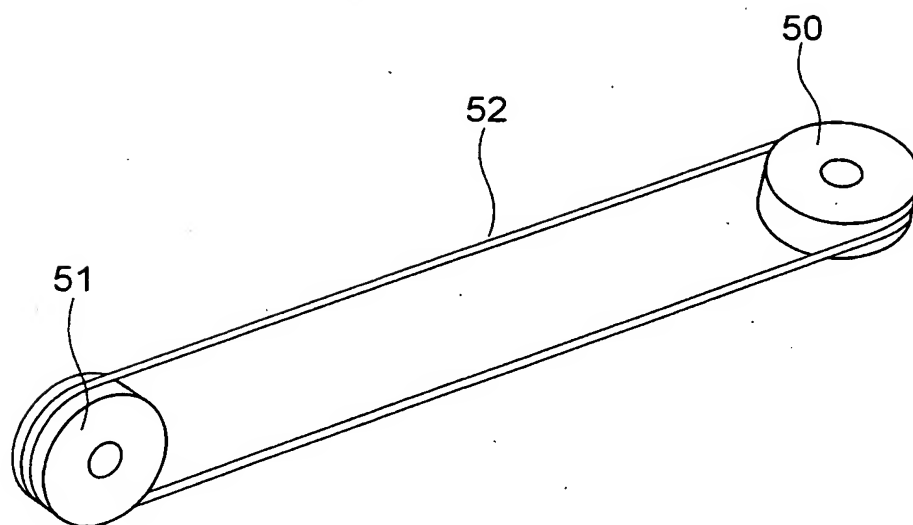
【図 14】



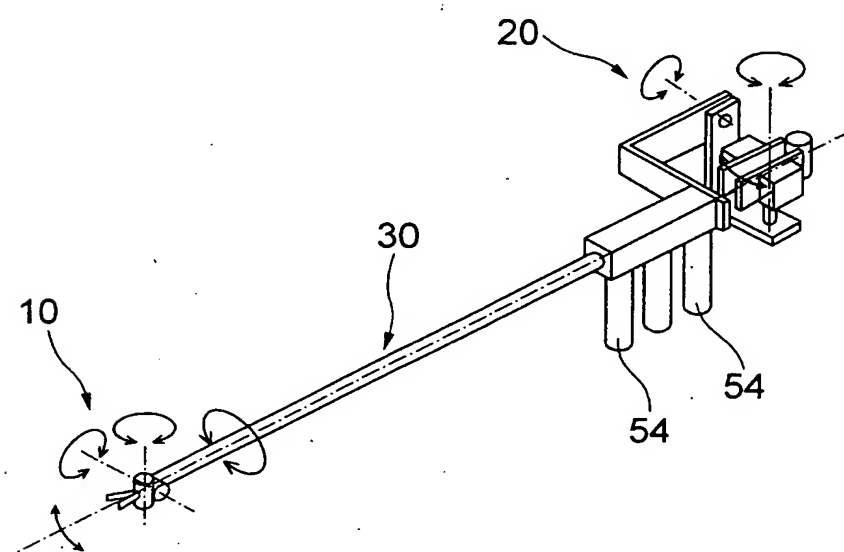
【図 15】



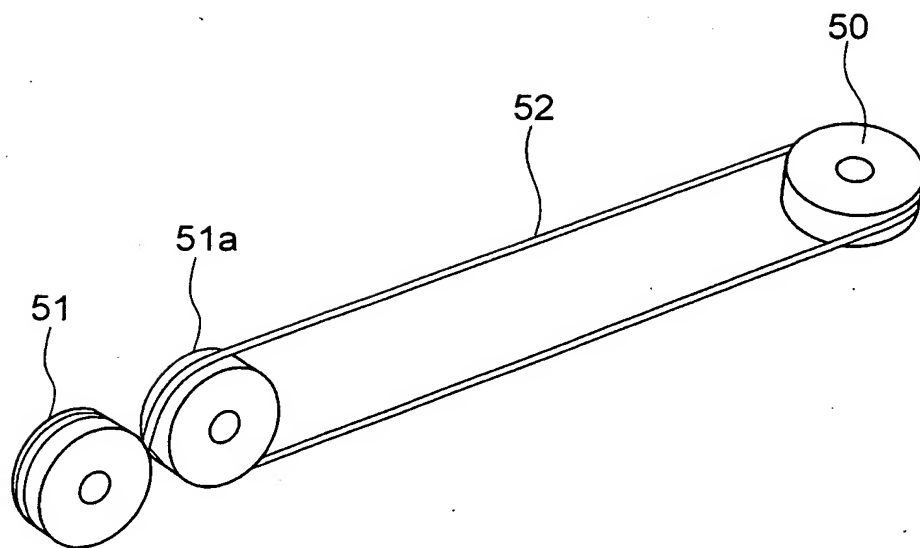
【図 16】



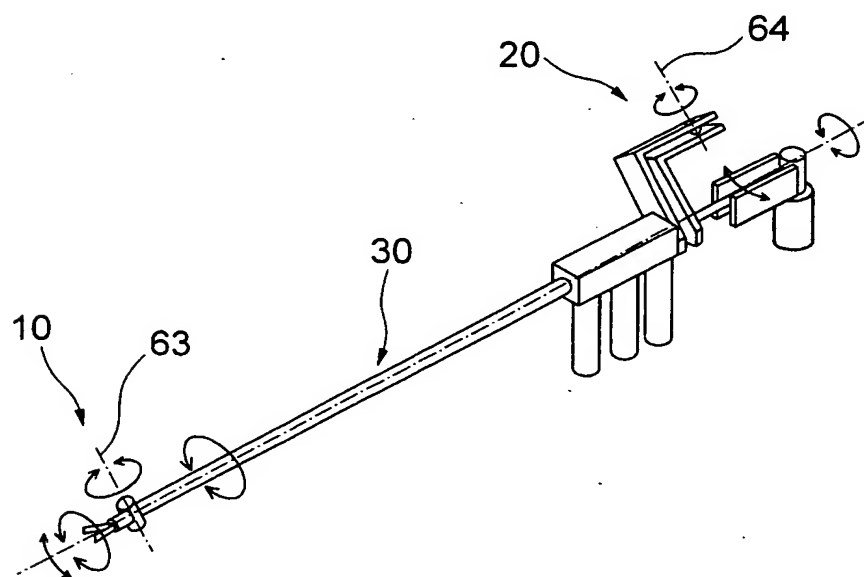
【図 17】



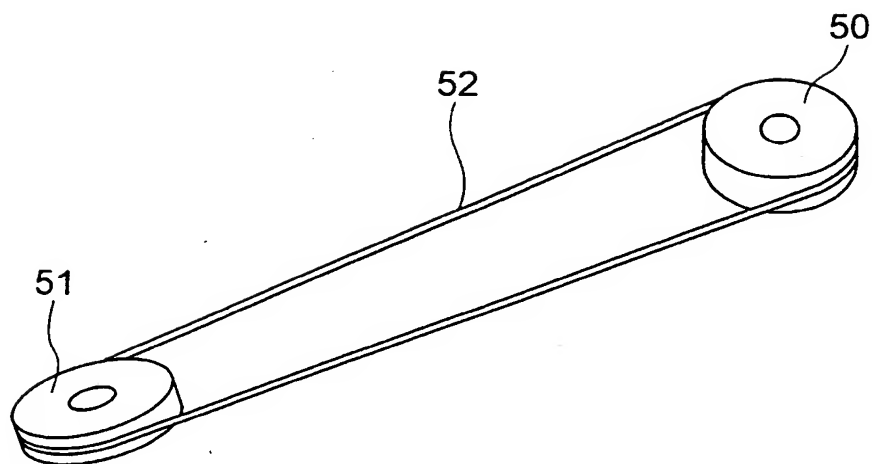
【図 18】



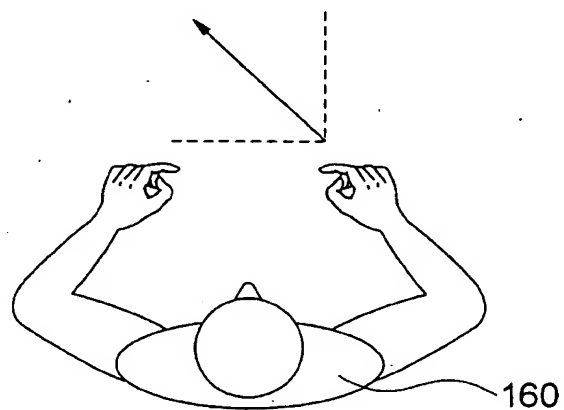
【図 19】



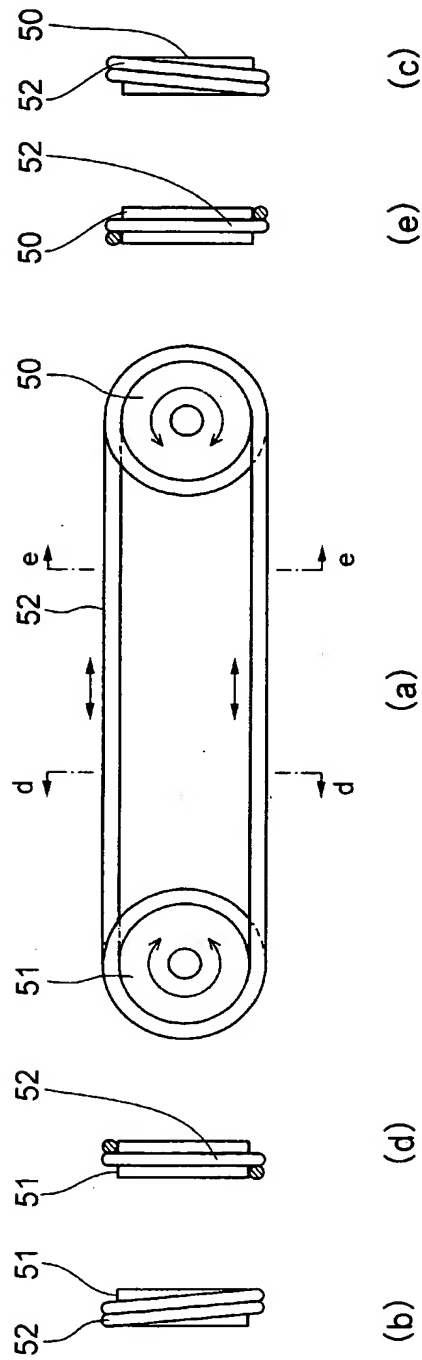
【図 20】



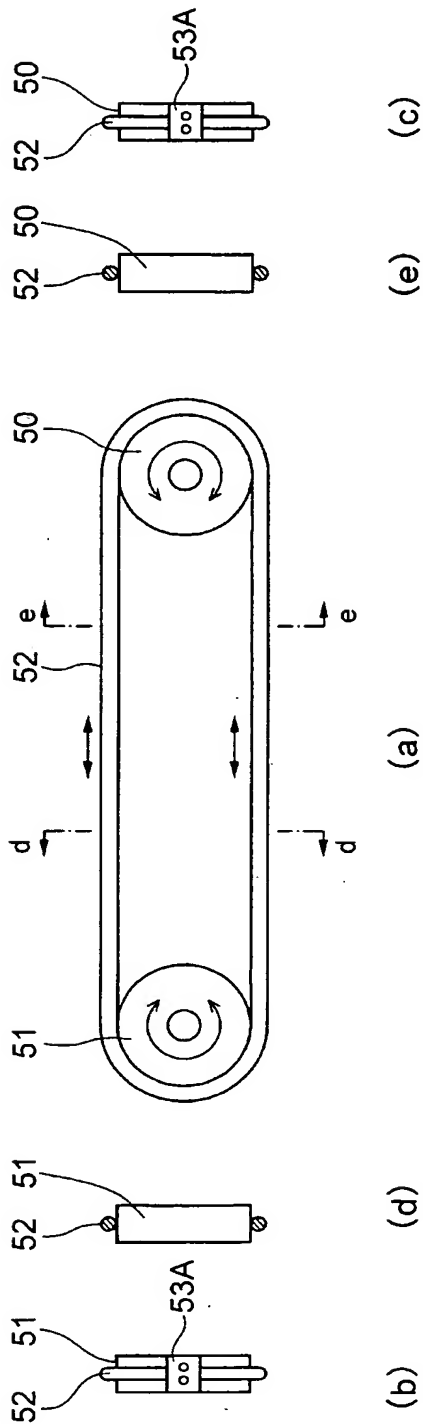
【図 21】



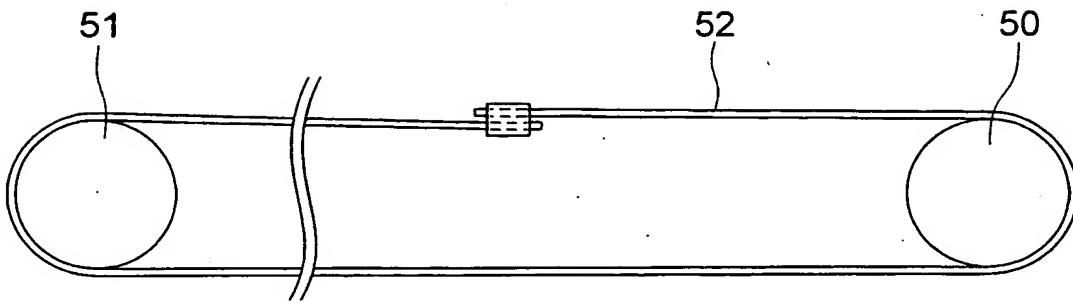
【図 22】



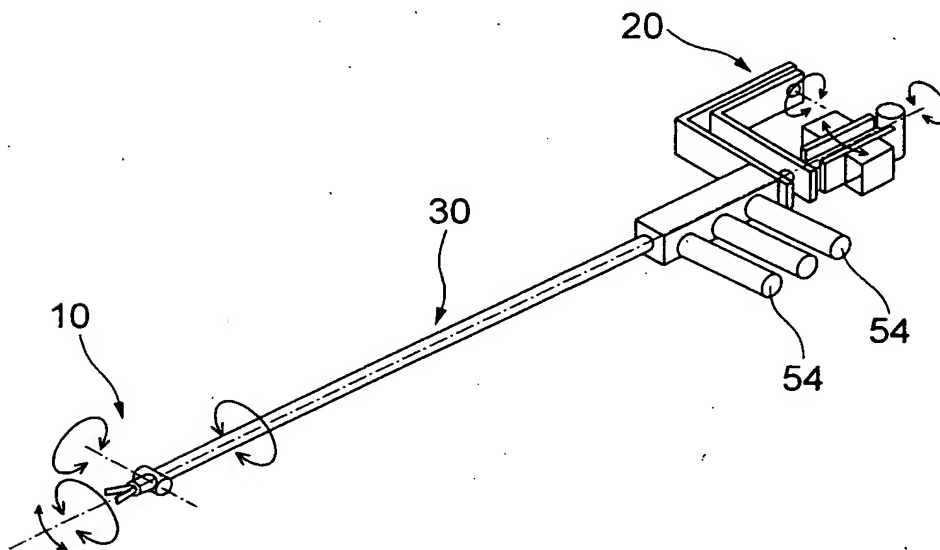
【図 23】



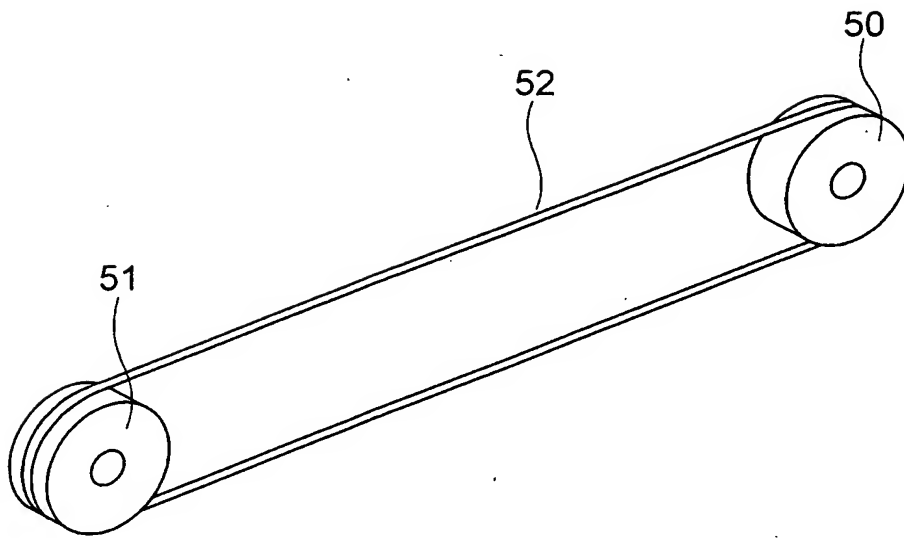
【図 24】



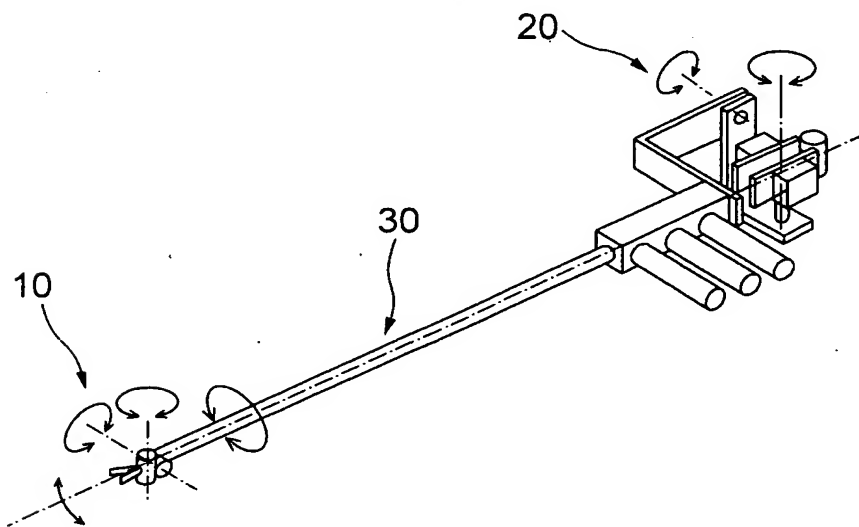
【図 25】



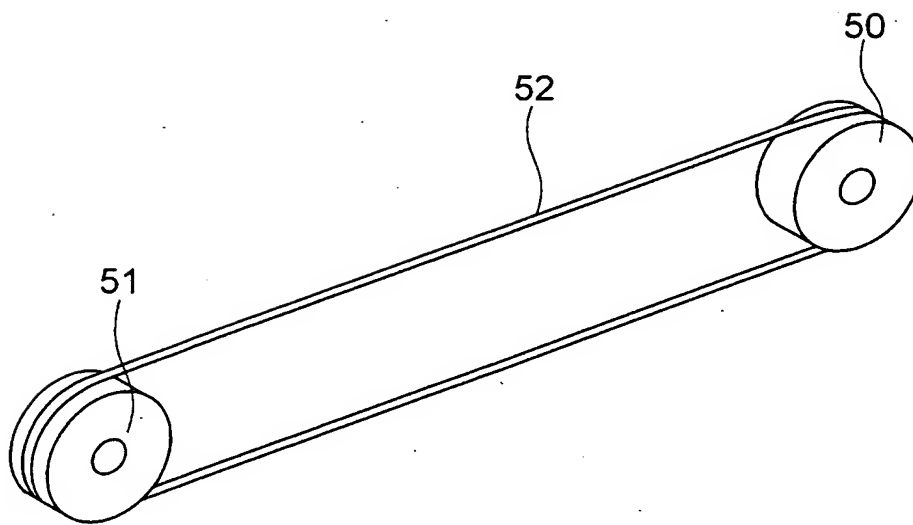
【図 26】



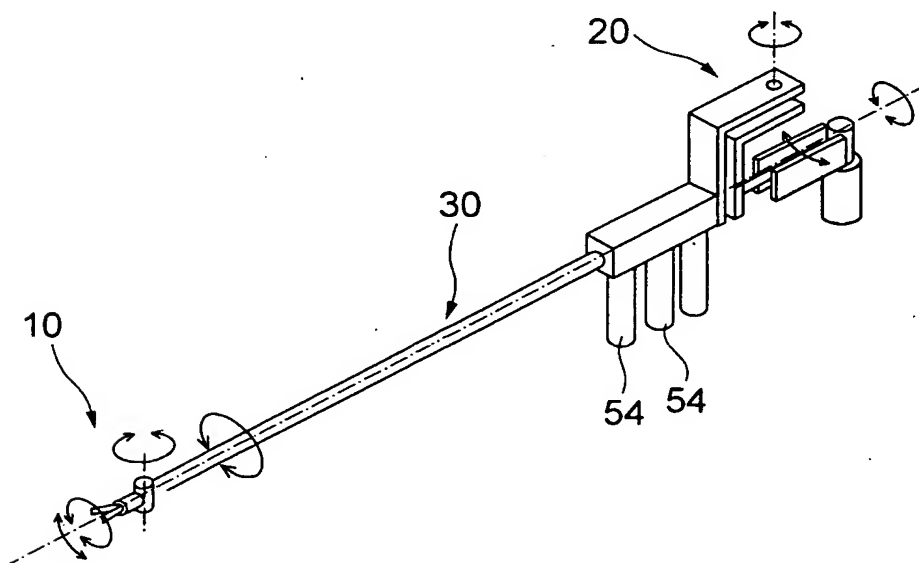
【図 27】



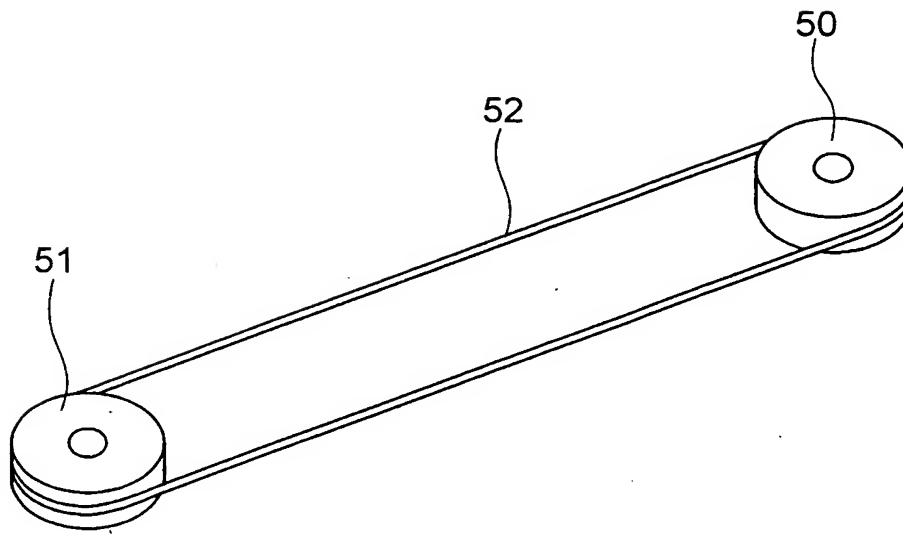
【図 28】



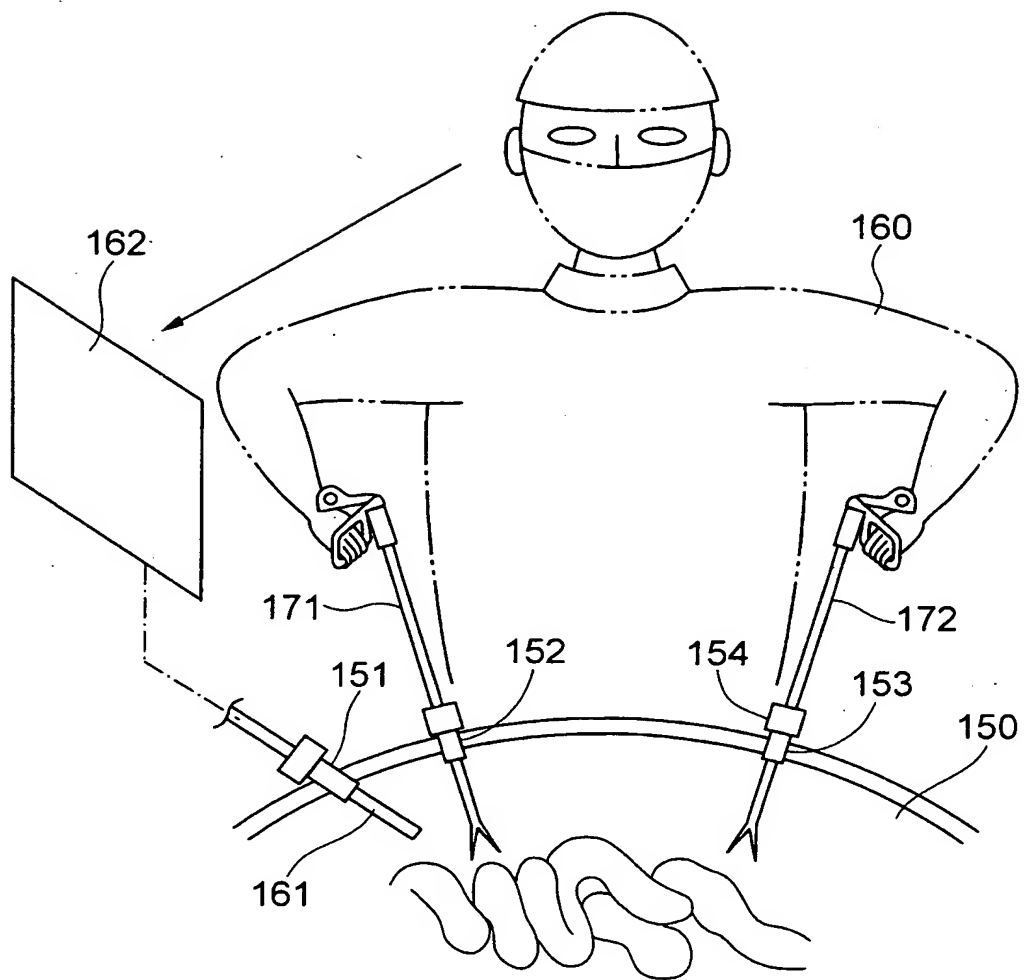
【図 29】



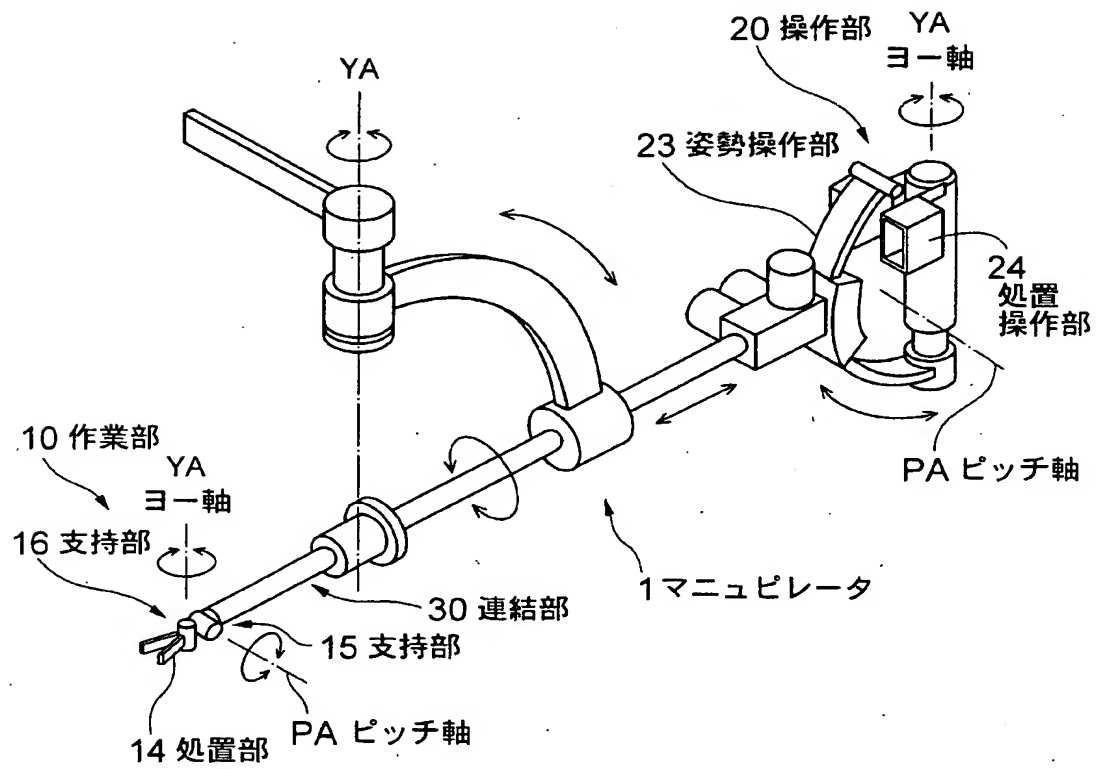
【図 30】



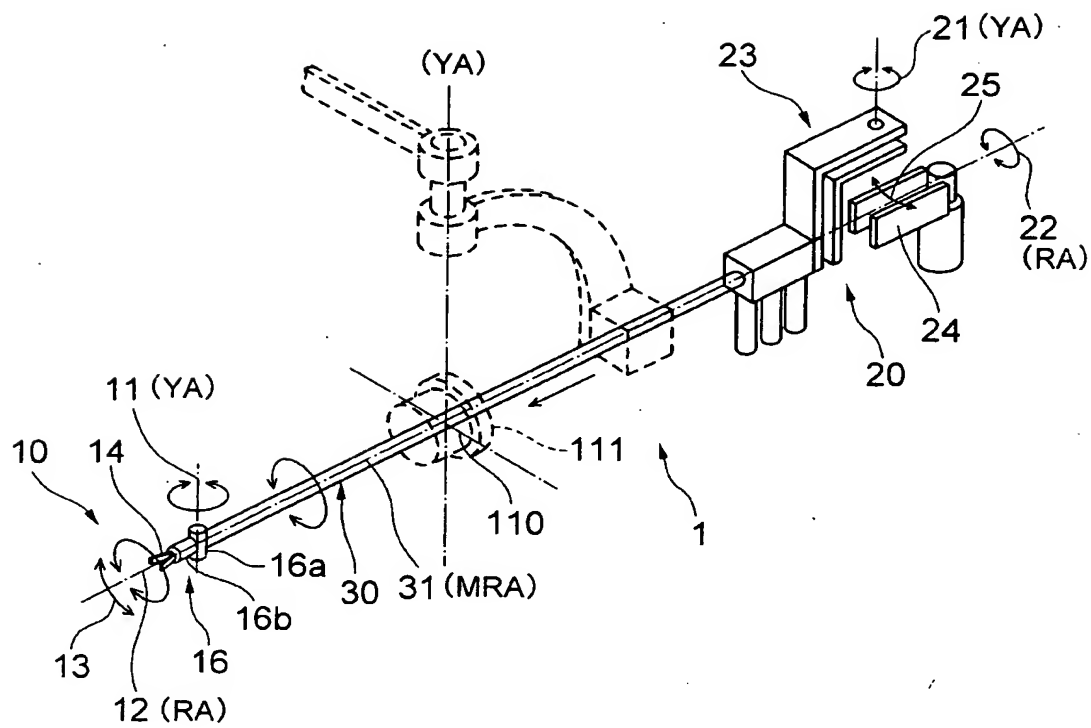
【図 31】



【図 3 2】



【図 33】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】手術支援用マニピュレータやエネルギー機器などの狭隘部補修用マニピュレータにおいて、小型化、高信頼性化、高剛性化、高操作性化を可能とするワイヤ、プーリによる動力伝達機構を提供する。

【解決手段】

ワイヤ（可撓性動力伝達部材）と一対のプーリによる動力伝達機構部において、スリット溝と円柱状またはテーパ状の穴を有するプーリに、ワイヤ通過可能な穴があいた円柱状またはテーパ状の固定ピンにワイヤを通過させて固定し、駆動側プーリと従動側プーリ間のワイヤ部分に中空軸を通しまたは中実軸で連結する。さらに、作業部、操作部、連結部を有するマニピュレータの基準姿勢時に、連結部まわりの偏心質量が、連結部に対して概ね鉛直下向きに配置されるように、駆動側プーリと従動側プーリの回転軸をねじれの状態にする。

【選択図】 図1

特願 2003-096446

出願人履歴情報

識別番号

[000003078]

1. 変更年月日

2001年 7月 2日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区芝浦一丁目1番1号

氏 名

株式会社東芝